

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-320323

(43) 公開日 平成10年(1998)12月4日

(51) IntCl.⁶

G 0 6 F 13/00

H 0 4 L 12/40

識別記号

3 5 1

F I

G 0 6 F 13/00

H 0 4 L 11/00

3 5 1 M

3 2 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平9-125715

(22) 出願日

平成9年(1997)5月15日

(71) 出願人 000121914

日本ヒューレット・パッカード株式会社

東京都八王子市高倉町9番1号

(72) 発明者 大島 浩

東京都八王子市高倉町9番1号 日本ヒュー

レット・パッカード株式会社内

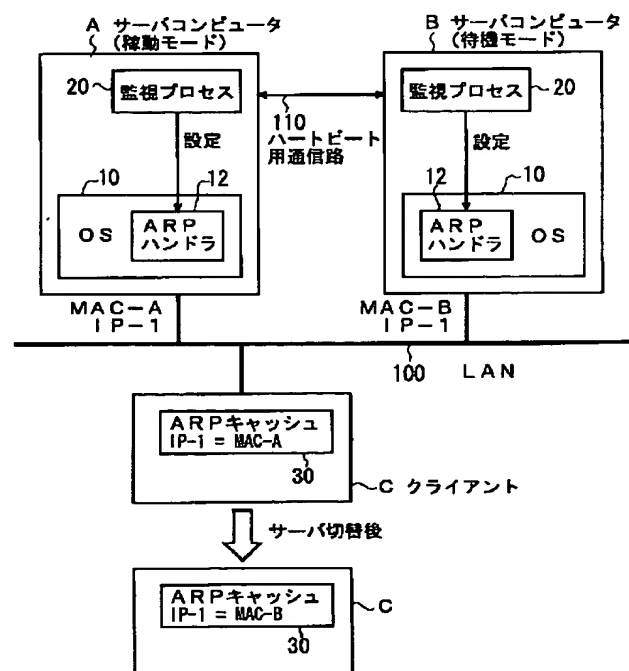
(74) 代理人 弁理士 青山 葆 (外2名)

(54) 【発明の名称】 サーバコンピュータ、サーバコンピュータの制御方法、およびサーバコンピュータを制御するためのプログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 稼働系サーバのシステムダウン等によって生じるサーバ切替をクライアントに認識させずにかつ短時間で行う。

【解決手段】 同一のサービスを提供できるサーバA、Bに同一のIPアドレスを付与しておき、待機モードのサーバBにおいても、ARPハンドラ12やサービス提供のためのアプリケーションプロセスを起動しておく。各サーバA、Bにおける監視プロセス20は、ARPリクエストを受信すると、稼働モードの場合はARPリプライを返し、待機モードの場合をARPリプライを返さないように、ARPハンドラ20の設定を行う。また、各サーバA、Bにおける監視プロセス20はハートビート通信を行い、待機モードのサーバBは、その通信により稼働モードのサーバAのダウンなどを認識すると、稼働モードへ遷移する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一のサービスを提供できる複数のサーバを実現するための複数のサーバコンピュータを有し、前記サービスを提供すべき動作モードである稼動モードのサーバが前記サービスを提供できない状態となった場合に、前記サービスを提供することなく待機している動作モードである待機モードのサーバを稼動モードへと遷移させることにより高可用性を実現したネットワークシステムであって、インターネットプロトコルに基づきネットワーク層での IP アドレスによって通信相手を指定するとともに、IP アドレスに対応するデータリンク層でのアドレスである MAC アドレスを得るために該ネットワーク内のコンピュータ間で ARP リクエストと ARP リプライとを送受するプロトコルである ARP を利用しつつ分散処理を行うネットワークシステムにおける前記複数のサーバを構成するサーバコンピュータにおいて、

ARP リクエストを受信すると、該 ARP リクエストで指定された IP アドレスに対応するサーバが稼動モードである場合に ARP リプライを送信し、該 ARP リクエストで指定された IP アドレスに対応するサーバが待機モードである場合には前記 ARP リクエストを無視して ARP リプライを送信しない ARP 処理手段を備えることを特徴とするサーバコンピュータ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のサーバコンピュータにおいて、

前記ネットワークシステムにおける稼動モードのサーバを構成する他のサーバコンピュータが前記サービスを提供できる状態か否かを検出する検出手段と、

前記他のサーバコンピュータが前記サービスを提供できない状態であることが検出手段により検出された場合において、自己のサーバコンピュータによって構成される待機モードのサーバを稼動モードへと遷移させる際に、ブロードキャスト形式で、前記稼動モードのサーバの IP アドレスと同一の IP アドレスを指定した ARP リクエストを送信した後に、該 IP アドレスに対応する MAC アドレスとして自己のサーバコンピュータの MAC アドレスを指定した ARP リプライを送信する送信手段と、を備えることを特徴とするサーバコンピュータ。

【請求項 3】 複数のプロセスが動作可能であって各プロセスに対して個別に IP アドレスが割り当てられる請求項 1 に記載のサーバコンピュータにおいて、

前記サービスを提供できるサーバとしてのプロセスが動作する他のサーバコンピュータと IP アドレスを用いて所定期間毎に通信を行うことにより該他のサーバコンピュータの動作状態を調べる通信手段と、

前記通信により、前記他のサーバコンピュータで動作する稼動モードのサーバが前記サービスを提供できない状態であることが判明した場合に、前記サービスを提供できる待機モードのサーバとして自己のコンピュータ内で

動作しているプロセスを稼動モードへと遷移させるモード切換手段と、を備えることを特徴とするサーバコンピュータ。

【請求項 4】 請求項 3 に記載のサーバコンピュータにおいて、

前記モード切換手段は、前記他のサーバコンピュータで動作する稼動モードのサーバが前記サービスを提供できない状態であることが前記通信により判明した場合において、自己のサーバコンピュータ内で待機モードのサーバとして動作しているプロセスを稼動モードへと遷移させる際に、ブロードキャスト形式で、前記稼動モードのサーバの IP アドレスと同一の IP アドレスを指定した ARP リクエストを送信した後に、該 IP アドレスに対応する MAC アドレスとして自己のサーバコンピュータの MAC アドレスを指定した ARP リプライを送信する送信手段を有していることを特徴とするサーバコンピュータ。

【請求項 5】 同一のサービスを提供できる複数のサーバを実現するための複数のサーバコンピュータを有し、前記サービスを提供すべき動作モードである稼動モードのサーバが前記サービスを提供できない状態となった場合に、前記サービスを提供することなく待機している動作モードである待機モードのサーバを稼動モードへと遷移させることにより高可用性を実現したネットワークシステムであって、インターネットプロトコルに基づきネットワーク層での IP アドレスによって通信相手を指定するとともに、IP アドレスに対応するデータリンク層でのアドレスである MAC アドレスを得るために該ネットワーク内のコンピュータ間で ARP リクエストと ARP リプライとを送受するプロトコルである ARP を利用しつつ分散処理を行うネットワークシステムにおける前記複数のサーバを構成するサーバコンピュータの制御方法において、

ARP リクエストを受信すると、該 ARP リクエストで指定された IP アドレスに対応するサーバが稼動モードである場合に ARP リプライを送信し、該 ARP リクエストで指定された IP アドレスに対応するサーバが待機モードである場合には前記 ARP リクエストを無視して ARP リプライを送信しないことを特徴とするサーバコンピュータの制御方法。

【請求項 6】 同一のサービスを提供できる複数のサーバを実現するための複数のサーバコンピュータを有し、前記サービスを提供すべき動作モードである稼動モードのサーバが前記サービスを提供できない状態となった場合に、前記サービスを提供することなく待機している動作モードである待機モードのサーバを稼動モードへと遷移させることにより高可用性を実現したネットワークシステムであって、インターネットプロトコルに基づきネットワーク層での IP アドレスによって通信相手を指定するとともに、IP アドレスに対応するデータリンク層

3

でのアドレスであるMACアドレスを得るために該ネットワーク内のコンピュータ間でARPリクエストとARPリプライとを送受するプロトコルであるARPを利用しつつ分散処理を行うネットワークシステムにおける前記複数のサーバを構成するサーバコンピュータを制御するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、

ARPリクエストを受信すると、該ARPリクエストで指定されたIPアドレスに対応するサーバが稼働モードである場合にARPリプライを送信し、該ARPリクエストで指定されたIPアドレスに対応するサーバが待機モードである場合には前記ARPリクエストを無視してARPリプライを送信しないことを特徴とする制御機能を実現させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高可用性を実現するために、稼働系のサーバに加えて同一のサービスを提供できる待機系のサーバを備えたネットワークシステムにおいて使用されるサーバコンピュータに関する。

【0002】

【従来の技術】ネットワークシステムは、OSI (Open System Interconnection)の参照モデルに基づき階層構造を有するものとしてモデル化することができ、例えばインターネットプロトコル(Internet Protocol)を用いてコンピュータ間で通信を行うシステムは、図5に示すような階層構造を有するものとしてモデル化することができる。このモデルにおいてインターネットプロトコルはネットワーク層に対応し、コンピュータ上で動作するアプリケーションプロセスが通信を行う際には、そのアプリケーションプロセスは、通信相手特定のためにネットワーク層のアドレスであるIPアドレス(Internet Protocol Address)を指定する。このIPアドレスは、下位の層であるデータリンク層に渡され、ここで通信相手のIPアドレスに対応するデータリンク層でのアドレスであるMACアドレスが獲得される。このMACアドレスが通信路としての物理媒体上を流れるアドレスであり、転送すべきデータを含むパケットがこのMACアドレスを指定して物理層に渡され、通信相手のコンピュータに送られる。

【0003】このようなコンピュータ間の通信では、IPアドレスとMACアドレスとの対応を得るために、ARP(Address resolution Protocol)というプロトコルが使用されている。すなわち、パケットの送信元のコンピュータは、通信相手のIPアドレスを指定したARPリクエスト(ARP request)をブロードキャストの形で送信し、これを受け取ったコンピュータは、そのARPリクエストで指定されたIPアドレスが自己に割り当てられているものである場合に、ARPリプライ(ARPreply)を

4

返すことにより、そのIPアドレスに対応するMACアドレスを送信元に通知する。このようにしてIPアドレスとMACアドレスとの対応を示す情報が得られると、送信元のコンピュータは、その情報を内部に設けられたARPキャッシュに格納しておき、以降の通信においてIPアドレスに対応するMACアドレスを獲得する際にはこのARPキャッシュを参照する。

【0004】ところで、コンピュータを接続して構成されるネットワークシステムにおいて、クライアント・サーバモデルに基づいて分散処理を行う際に、システムの高可用性を確保するために、同一のサービスを提供できるサーバコンピュータをネットワークシステム内に複数台備えるという構成が採用されている。この場合、その複数台のサーバコンピュータのうち1台が稼働系サーバとして動作し、他は待機系のサーバとなっている。

【0005】このような高可用性システムが上述のインターネットプロトコルを用いたネットワークにより実現されている場合、クライアントの立場からは、同一のサービスを提供するサーバコンピュータには同一のIPアドレスが割り当てられていることが望ましい。しかし、IPアドレスが或る時点において重複して割り当てられると、一つのIPアドレスに対して複数のMACアドレスが対応することになり、送信元はどのMACアドレスを指定してパケットを送るべきかが決定できない。そこで、従来の上記高可用性ネットワークシステムでは、図6に示すように、ネットワークに接続され同一のサービスを提供できる二つのサーバコンピュータA、Bのうち稼働系サーバ(稼働モードのサーバコンピュータ)AにはIPアドレスを割り当てるが、待機系サーバ(待機モードのサーバコンピュータ)Bには同一IPアドレスを割り当てないようにしている。もしくは、同一IPアドレスの場合、ネットワークインタフェース(ドライバ)を非活性の状態にしている。そして、稼働系サーバAがシステムダウンや通信不能となる等によりクライアントに対してサービスを提供できない状態になると、待機系サーバBはこの状態を後述のハートビート通信により認識し、稼働系サーバAのシステムダウンなどの後にそのIPアドレスを引き継いで自己のIPアドレスとして設定する。以後、サーバBは、前記サービスを提供するためのアプリケーションプロセスを起動し、稼働系サーバとして動作するようになる。このような方式はコールド・スタンバイ方式と呼ばれている。この方式では、サーバコンピュータが待機状態にある間は、ネットワークドライバが活性化されず、したがって前記サービスを提供するためのアプリケーションプロセスも起動されない。このため、稼働系サーバAのシステムダウンなどによって必要となるサーバ切替に要する時間が長くなり、その分だけ、サービスを要求したクライアントに対する応答が遅れることになる。

【0006】これに対し、図7に示すように、稼働系サ

サーバAと待機系サーバBとに異なるIPアドレスを割り当てておき、前記サービスを提供するためのアプリケーションプロセスを稼働系サーバAと稼働系サーバBの双方で同時に動作させるという方式が考えられる。しかし、この方式では、稼働系サーバAがシステムダウンなどにより前記サービスを提供できなくなったときには、クライアントがそれを認識し（例えば稼働系サーバAからの応答が返ってこないことをタイムアウト機構などにより認識する）、待機系サーバBのIPアドレスを指定して通信を行わなければならない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明では、上記問題を解決すべくなされたものであって、高可用性を確保するために待機系サーバを有しているネットワークシステムにおいて稼働系のサーバによるサービス提供が不可能となった場合に、クライアントに対して透過的にかつ短時間でサーバの切替を可能とするサーバコンピュータや、そのためのサーバコンピュータの制御方法、および、その制御方法を実施するためのプログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためになされた本発明に係る第1のサーバコンピュータは、同一のサービスを提供できる複数のサーバを実現するための複数のサーバコンピュータを有し、前記サービスを提供すべき動作モードである稼働モードのサーバが前記サービスを提供できない状態となった場合に、前記サービスを提供することなく待機している動作モードである待機モードのサーバを稼働モードへと遷移させることにより高可用性を実現したネットワークシステムであって、インターネットプロトコルに基づきネットワーク層でのIPアドレスによって通信相手を指定するとともに、IPアドレスに対応するデータリンク層でのアドレスであるMACアドレスを得るために該ネットワーク内のコンピュータ間でARPLクエストとARPLプライとを送受するプロトコルであるARPを利用しつつ分散処理を行うネットワークシステムにおける前記複数のサーバを構成するサーバコンピュータにおいて、ARPLクエストを受信すると、該ARPLクエストで指定されたIPアドレスに対応するサーバが稼働モードである場合にARPLプライを送信し、該ARPLクエストで指定されたIPアドレスに対応するサーバが待機モードである場合には前記ARPLクエストを無視してARPLプライを送信しないARP処理手段を備えた構成としている。

【0009】なお、上記第1のサーバコンピュータを複数台用いて実現される前記ネットワークシステムにおいて、同一のサービスを提供できる各サーバに同一のIPアドレスを割り当てる場合には、上記第1のサーバコンピュータにおいて、前記ネットワークシステムにおける

稼働モードのサーバを構成する他のサーバコンピュータが前記サービスを提供できる状態か否かを検出する検出手段と、前記他のサーバコンピュータが前記サービスを提供できない状態であることが検出手段により検出された場合において、自己のサーバコンピュータによって構成される待機モードのサーバを稼働モードへと遷移させる際に、ブロードキャスト形式で、前記稼働モードのサーバのIPアドレスと同一のIPアドレスを指定したARPLクエストを送信した後に、該IPアドレスに対応するMACアドレスとして自己のサーバコンピュータのMACアドレスを指定したARPLプライを送信する送信手段と、を備える構成とすればよい。

【0010】本発明に係る第2のサーバコンピュータは、複数のプロセスが動作可能であって各プロセスに対して個別にIPアドレスが割り当てられる上記第1のサーバコンピュータにおいて、前記サービスを提供できるサーバとしてのプロセスが動作する他のサーバコンピュータとIPアドレスを用いて所定期間毎に通信を行うことにより該他のサーバコンピュータの動作状態を調べる通信手段と、前記通信により、前記他のサーバコンピュータで動作する稼働モードのサーバが前記サービスを提供できない状態であることが判明した場合に、前記サービスを提供できる待機モードのサーバとして自己のコンピュータ内で動作しているプロセスを稼働モードへと遷移させるモード切換手段と、を備えることを特徴としている。

【0011】なお、上記第2のサーバコンピュータを複数台用いて実現される前記ネットワークシステムにおいて、同一のサービスを提供できる各サーバに同一のIPアドレスを割り当てる場合には、上記第2のサーバコンピュータにおいて、前記モード切換手段が、前記他のサーバコンピュータで動作する稼働モードのサーバが前記サービスを提供できない状態であることが前記通信により判明した場合において、自己のサーバコンピュータ内で待機モードのサーバとして動作しているプロセスを稼働モードへと遷移させる際に、ブロードキャスト形式で、前記稼働モードのサーバのIPアドレスと同一のIPアドレスを指定したARPLクエストを送信した後に、該IPアドレスに対応するMACアドレスとして自己のサーバコンピュータのMACアドレスを指定したARPLプライを送信する送信手段を有する構成とすればよい。

【0012】また、本発明に係るサーバコンピュータの制御方法は、上記第1のサーバコンピュータにおいて実施される制御方法であって、上記のARP処理手段により行われる処理手順を有することを特徴としている。

【0013】そして、本発明に係るコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、上記第1のサーバコンピュータにおいて行われる制御動作を実現するためにサーバコンピュータで実行されるプログラムを記録した記録媒体であ

って、上記のARP処理手段によって行われる処理を実現していることを特徴としている。

【0014】

【発明の効果】本発明によれば、待機モードのサーバコンピュータはそのIPアドレスを指定したARPLリクエストを受信してもARPLリプライを返さないため、稼働モードのサーバコンピュータと待機モードのサーバコンピュータに同一のIPアドレスを割り当てることができる。すなわち、稼働モードのサーバコンピュータと待機モードのサーバコンピュータに同一のIPアドレスを割り当てた状態で、クライアントがそのIPアドレスを指定してARPLリクエストを送信しても、稼働モードのサーバコンピュータのMACアドレスを獲得するのみであり、そのIPアドレスに対応するMACアドレスは一意的に定まる。そして両サーバコンピュータに同一のIPアドレスを割り当てると、稼働モードのサーバコンピュータがシステムダウンなどによりサービスを提供できない状態となって稼働系サーバの切替が生じた場合であっても、サーバコンピュータに対するサービス要求に際して指定されるIPアドレスは不変であるため、クライアントはサーバ切替を認識する必要がなく、サーバ切替がクライアントに対して透過的となる。また、待機モードのサーバコンピュータは、上述のようにARPLリクエストを受信してもARPLリプライを返さないため、サービス提供のためのアプリケーションプロセスを起動した状態にしておくことができる。すなわちホットスタンバイが可能となる。このようにすれば、稼働モードのサーバコンピュータによるサービス提供が不可能となった場合に待機モードのサーバコンピュータは、稼働モードへと遷移することにより（ARPLリクエストを受信するとARPLリプライを返す状態となることにより）短時間でサービスの提供を開始することができる。これにより、稼働モードのサーバコンピュータのシステムダウンなどによるクライアントへのサービス提供の遅れが防止され、従来よりも可用性の高いネットワークシステムの構築が可能となる。

【0015】また本発明は、本発明に係る上記第2のサーバコンピュータの構成を採用することにより、1台のサーバコンピュータ上のアプリケーション毎にIPアドレスが割り当てられるようなネットワークシステムに対しても適用することができる。この場合も、上記と同様、クライアントにサーバ切替を認識させず、かつサーバ切替による時間を短縮して従来よりも可用性の高いネットワークシステムを構築することができる。また、この場合、サービス提供のためのアプリケーションプロセスに割り当てられたIPアドレス以外のIPアドレスを使用して他のサーバコンピュータと通信を行うことができるため、物理的に別途通信路を設けることなく、サーバ切替のために必要となるハートビート通信のための通信路を実現することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。

＜実施形態1＞図1は、本発明の一実施形態（以下「実施形態1」という）であるサーバコンピュータを用いて構築されたネットワークシステムの構成を示す機能ブロック図である。このネットワークシステムでは、同一のサービスを提供できる2台のサーバコンピュータA、Bと、それらのいずれかのコンピュータに対してサービスの提供を要求するクライアントのコンピュータCとがローカルエリアネットワーク（LAN）100で接続された構成となっている。サーバコンピュータA、Bは、その内部のメモリに格納された所定のプログラムを実行することにより、LAN100に対する制御を含むオペレーティングシステム（OS）の機能および監視プロセス20を実現するとともに、クライアントにサービスを提供するアプリケーションプロセスを実現している。また、このネットワークシステムでは、前述の従来例（図6、図7）と同様、図5に示したモデルに基づきインターネットプロトコルを用いてコンピュータ間で通信が行われ、通信相手を特定するためのIPアドレスに対応するMACアドレスを獲得するためにARPが使用されており、OS10には、このARPに関する処理を行うARPハンドラ12も含まれている。さらに、サーバコンピュータAとBの間にはLAN100とは別に両者を直接に接続する通信路110が設けられている。サーバコンピュータAとBは、この通信路を用いて所定期間毎に常時通信し合うことにより、すなわち、いわゆる「ハートビート通信」を行うことにより、互いに相手の動作状態を把握する。このハートビート通信のための通信路110は、例えばRS232Cなどのシリアル回線やLAN100とは別のLANによって実現されるが、サーバコンピュータAとBにハードディスクなどの外部記憶装置を共有させることにより実現してもよい。一方、クライアントコンピュータCは、ARPによってIPアドレスとMACアドレスとの対応を示す情報が得られた場合にその情報を格納するためにARPキャッシュ30と呼ばれる対応表を有している。

【0017】図1に示したネットワークシステムが動作している状態では、2台のサーバコンピュータA、Bのうち1台は、クライアントに対してサービスを提供する動作モードである稼働モードで動作しており、他の1台は、サービスを提供することなく待機している動作モードである待機モードで動作している。ただし、待機モードにおいても、ネットワークドライバ（ARPハンドラ12を含む）は活性化されており、前記サービスを提供するためのアプリケーションプロセスは起動された状態となっている。なお、サーバコンピュータA、Bは、電源がONされて立ち上がった直後は、動作モードが未定である（動作モードが未定の状態を以下「初期状態」と

いう)。

【0018】本ネットワークシステムにおいて、稼動モードのサーバコンピュータがシステムダウンなどによりサービスの提供ができなくなった場合には、図6に示した従来例と同様、待機モードのサーバコンピュータは、これをハートビート通信によって認識し、稼動モードへと遷移する。すなわち、サーバの切替が行われる。このようにサーバを切り替えてネットワークシステムとしての可用性を向上させるために、各サーバコンピュータは図2のフローチャートに示すような処理を行う。すなわち、本実施形態のサーバコンピュータを用いた分散処理を制御するために、各サーバコンピュータは以下のように動作する。

【0019】電源がONされると、まずステップS10においてOS10および監視プロセス20を起動する。そして、監視プロセス20がステップS12において、他のサーバコンピュータとハートビート通信を行い、互いに動作状態を認識する。次にステップS14において、自己の動作モードが稼動モードか否かを判定し、稼動モードであればステップS12に戻る。なお、自己が稼動モードか否かの判定は、例えば、後述のステップS22またはS24で待機モードまたは稼動モードに遷移したときにセットまたはリセットされるフラグを導入することにより容易に行うことができる。

【0020】ステップS14で稼動モードではないと判定された場合は、待機モードか又は初期状態(動作モード未定)かのいずれかである。この場合ステップS16において、ステップS12でのハートビート通信で得られる他のサーバコンピュータの動作状態に基づき、自己が稼動モードへと遷移する必要があるか否かを判定する。すなわち、次のように判定する。

(1) ハートビート通信の相手である他のサーバコンピュータがシステムダウンなどによりハートビート通信が不可能の場合は、稼動モードへの遷移が必要と判定する。

(2) ハートビート通信は可能であるが、この通信で得られる情報に基づき、他のサーバコンピュータが稼動モードではないことが判明した場合は、自己と他のサーバコンピュータのいずれかが稼動モードへと遷移しなければならない。この場合は、所定の優先度に基づき判定する。例えば、MACアドレスが小さいほど優先度が高いものと予め規定しておき、自己のMACアドレスが他のサーバコンピュータのMACアドレスよりも小さければ、稼動モードへの遷移が必要であると判定する。

【0021】ステップS16において稼動モードへの遷移の必要が無いと判定された場合は、ステップS20へ進んで自己が初期状態か否かを判定する。その結果、初期状態でなければ、自己は待機状態であることになるのでそのままステップS12へ戻る。初期状態であると判定された場合は、ステップS22へ進んで自己を待機モ

ードに設定する。すなわち、自己のIPアドレスを指定しているARPLクエストを受信してもARPLプライを返さないようにARPハンドラ12を設定する。なお、本実施形態では、初期状態から稼動モードへ遷移した時点では既にネットワークドライバ(ARPハンドラ12)が活性化されており、サーバとしてのサービスを提供するためのアプリケーションプロセスはこの時点で起動される。ただし待機モードにおいては、ARPハンドラ12はARPLプライを返さないため、クライアントからサービスを要求されることはない。このようにして待機モードへの遷移が行われた後はステップS12へ戻る。

【0022】ステップS16において稼動モードへの遷移が必要であると判定された場合は、ステップS24へ進んで自己を稼動モードへと遷移させる。すなわち、ブロードキャストの形式で、ARPLクエストを送信した後ARPLプライを送信する。そして、自己のIPアドレスを指定しているARPLクエストを受信するとARPLプライを返すように、ARPハンドラ12を設定する。なお、このステップS24でARPLクエストを送信するのは、クライアントなどARPキャッシュ30を有しているコンピュータに対し、そのARPキャッシュ30におけるIPアドレスとMACアドレスとの対応を更新させる必要があるからである。このようにして稼動モードへの遷移が行われた後はステップS12へ戻る。

【0023】図2のフローチャートに示された上述の処理によれば、ネットワークシステムにおけるサーバコンピュータが立ち上がった後は、サーバコンピュータのうち1台はステップS24により稼動モードとなり、他の1台はステップS22により待機モードとなる。稼動モードのサーバコンピュータは、以降、ステップS12→S14→S12というループを繰り返し実行しつつ、起動したアプリケーションプロセスにより所定のサービスをクライアントに提供する。待機モードのサーバコンピュータは、以降、稼動モードである他のサーバコンピュータがシステムダウンなどによりサービス提供不能とならない限り、ステップS12→S14→S16→S20→S12というループを繰り返し実行する。また待機モードのサーバコンピュータは、稼動モードである他のサーバコンピュータがサービス提供不能になると、これを検出して稼動モードへと遷移する(稼動サーバの切替)。このようなサーバ切替の具体的動作を以下に述べる。

【0024】いま、ネットワークシステムにおけるサーバコンピュータAを稼動モード、サーバコンピュータBを待機モードとし、図3に示すようにIPアドレスおよびMACアドレスが割り当てられているものとし、サーバコンピュータAがシステムダウンやネットワークボードの故障など何らかの理由で通信不能になったとする。この場合、まず、ハートビート通信によってサーバコン

10

20

30

40

50

ピュータBが、この通信不能を認識し、即座にIP=1.1.1に対するARPリクエストとARPリプライをブロードキャスト形式で送信する。このARPリプライには

「IP=1.1.1.1はMAC=080000000002に対応する。」

という情報が含まれている。またサーバコンピュータBは、ステップS24により稼動モードへと遷移し、これにより、以降のARPリクエストに対しては、上記と同じ情報を含むARPリプライを送信する。なお、ここでブロードキャスト形式で送信されたARPリクエストおよびARPリプライを受け取ったサーバコンピュータやルータ、ゲートウェイは、即座にそれらが有するARPキャッシュを

「IP=1.1.1.1はMAC=080000000002に対応する。」

ことを示すように書き直す。このようにして以降のIP=1.1.1宛のパケットは、MAC=080000000002のサーバコンピュータBに送られることになる。

【0025】図2のフローチャートに示された前述の処理は、サーバ切替のための処理の流れについては図6に示した従来例と同様である。しかし、待機モードへ遷移させるための処理（ステップS22）および稼動モードへ遷移させるための処理（ステップS24）の具体的な内容が従来例と相違する。すなわち、各サーバコンピュータは、自己のIPアドレス（このIPアドレスは他のサーバコンピュータと同一）を指定したARPリクエストを受信すると、稼動モードの場合にはARPリプライを送信し、待機モードの場合にはそのARPリクエストを無視してARPリプライを返さない。このため、複数のサーバコンピュータに同一のIPアドレスが割り当てられていても、ARPリプライにより得られるMACアドレスは稼動モードのサーバコンピュータのMACアドレスであって、IPアドレスに対応するMACアドレスは各時点において一意的に決定される。そしてクライアントから同一のサービスを要求するために指定すべきIPアドレスは一つであってサーバの切替が生じても変わらないため、クライアントは稼動サーバの切替を認識する必要がない。すなわち、クライアントに対しサーバ切替は透過的となる。

【0026】また、上記のように待機モードの場合にはARPリクエストが無視されることから、待機モードのサーバコンピュータにおいても、ネットワークドライバを活性化しておき、サービスを提供するためのアプリケーションプロセスを起動した状態にしておくことが可能となっている（ステップS22参照）。その結果、サーバ切替に要する時間が短縮化されるため、稼動モードのサーバコンピュータのシステムダウンなどによって生じるクライアントへのサービス提供の遅れを防止することができ、従来よりも可用性の高いネットワークシステムの構築が可能となる。

【0027】なお上記実施形態では、サーバコンピュ

タを2台として説明したが、同一のサービスを提供するサーバコンピュータが3台以上存在する場合も図2のフローチャートに示した処理と同様の処理により、上記と同様の効果が得られる。ただし、この場合には、待機モードのサーバコンピュータが複数台存在することになるため、ハートビート通信により稼動モードのサーバコンピュータのシステムダウンなどが判明した場合には、図2のステップS16において、待機モードの複数のサーバコンピュータのうちいずれを稼動モードに移させるべきかを決定する必要がある。しかし、この決定については、MACアドレスの値などに基づくサーバコンピュータの優先度を予め規定しておけば容易に対処できる。

【0028】＜実施形態2＞IPアドレスは、本来はネットワークボードに一つ割り当てられるものであるが、アプリケーションプロセス毎にIPアドレスを割り当てることができるネットワークシステムも存在する。この場合、1台のサーバコンピュータにおいてサーバとしての機能を実現するアプリケーションプロセス（以下「サーバプロセス」という）が複数動作しうる。しかし、同一のサービスを提供できる二つのサーバプロセスを図4に示すように別個のサーバコンピュータA、Bにおいて動作させておき、そのうち一方のサーバプロセスを稼動モード、他方のサーバプロセスを待機モードとし、ホットスタンバイ方式によるサーバ切替など分散処理のためのサーバコンピュータの制御を上記実施形態1と同様に行うことにより（図2参照）、上記実施形態1と同様に可用性の高いネットワークシステムの構築が可能となる。以下、このようなネットワークシステムの構築に使用されるサーバコンピュータを本発明の第2の実施の形態（以下「実施形態2」という）として説明する。

【0029】本実施形態のサーバコンピュータを用いた上記ネットワークシステムの構成は、基本的には図1に示した実施形態1の構成と同様である。複数のサーバコンピュータを用いた分散処理のためのサーバコンピュータの制御動作も、実施形態1と同様、各サーバコンピュータ内の監視プロセス20とOS内のARPハンドラ12により行われ、その動作内容も基本的に実施形態1と同様である（図2参照）。ただし、本実施形態では、1台のサーバコンピュータにおいてサーバとして機能しうる複数のアプリケーションプロセス（サーバプロセス）毎にIPアドレスを割り当てることができることから、具体的な動作において実施形態1と相違する点がある。以下、これについて図4を参照しつつ説明する。

【0030】2台のサーバコンピュータA、Bがネットワークボード50、60をそれぞれ介してネットワーク200に接続され、両ネットワークボード50、60は稼動状態となっていて、OS10内のARPハンドラ12も両サーバコンピュータA、B内で動作している（図1参照）。そして、サーバコンピュータA上では二つのアプリケーションプロセス52、54が、サーバコンピ

10

20

30

40

50

ユーザ B 上では二つのアプリケーションプロセス 62、64 がそれぞれ動作している。このうちアプリケーションプロセス 52 と 62 は、同一のサービスを提供できるサーバプロセスであって同一の IP アドレスが割り当てられており、サーバプロセス 52 は稼働モード、サーバプロセス 62 は待機モードとなっている。

【0031】図 4 に示した例では、サーバコンピュータ A は、正常に動作している状態において以下のいずれか宛の ARP リクエストを受信すると、ARP リプライを返す。

「IP=1.1.1.1」、「IP=1.1.1.3」、「IP=1.1.1.4」

一方、サーバコンピュータ B は、サーバコンピュータ A が正常に動作している状態において以下のいずれか宛の ARP リクエストを受信すると、ARP リプライを返す。

「IP=1.1.1.2」、「IP=1.1.1.5」

上記には待機モードのサーバプロセス 62 の IP アドレス「IP=1.1.1.3」は含まれておらず、この IP アドレスを指定した ARP リクエストは無視される。

【0032】いま、サーバコンピュータ A に何らかの障害が生じてハートビート通信不能となったとすると、サーバコンピュータ B は、サーバコンピュータ A におけるサーバプロセス 52 によるサービスの提供が不可能になったと判断する。そして、ブロードキャストの形式で ARP リクエストを送信した後に ARP リプライを送信することにより、サーバプロセス 52、62 に割り当てられた IP アドレス「IP=1.1.1.3」は MAC アドレス「MAC=080000000002」（サーバコンピュータ B の MAC アドレス）に対応することを、クライアントなどに知らせる。そしてサーバコンピュータ B は、以下のいずれか宛の ARP リクエストを受信すると ARP リプライを返すようになる。

「IP=1.1.1.2」、「IP=1.1.1.3」、「IP=1.1.1.5」

IP アドレスとして「IP=1.1.1.3」が割り当てられたサーバプロセス 62 は待機モードにおいても既に起動された状態となっているため、上記のように ARP リプライの変更を行うことにより、そのサーバプロセス 62 は直ちに稼働状態となってクライアントに対してサービスを提供できるようになる。

【0033】このようにして本実施形態によれば、稼働中のサーバコンピュータのシステムダウン等によってサーバプロセス 52 によるサービスの提供が不可能になった場合のサーバ切替に要する時間が短縮化される。また、サーバプロセス 62 の IP アドレスはサーバプロセス 52 と同一であるため、このようなサーバ切替をクライアントに認識させる必要はなく、クライアントに対して透過的にサーバ切替を行うことができる。

【0034】＜変形例＞ハートビート通信のための通信路 110 として、LAN 100 と物理的に別個の通信路を設けてもよいが、IP アドレスを使用しないデータリ

ンク層での通信により通信路 110 を実現することもできる。また、実施形態 2 のように 1 台のサーバコンピュータにおいて動作する複数のプロセスに個別に IP アドレスが割り当てられる場合には、待機モードのサーバプロセスの IP アドレス以外の IP アドレスを用いて通信することにより、ハートビート通信の通信路を実現することができる。このようにすれば、別途物理的に通信路を設けなくともハートビート通信が可能となる。なお、ハートビート通信のための通信路は、可用性向上の点からは複数存在することが望ましい。使用中のハートビート用通信路に障害があるときは、予備の通信路をハートビート通信に使用することにより、確実にサーバコンピュータ間で互いの動作状態の把握できるからである。

【0035】＜サーバコンピュータの制御動作を実現するプログラムの提供＞以上説明した各実施形態のサーバコンピュータの制御動作（図 2 参照）は、各サーバコンピュータが所定のプログラムを実行することにより実現される。すなわち、そのようなプログラムに基づく ARP ハンドラ 12 および監視プロセス 20 が、それぞれ活性化され起動され、これらにより以上説明した制御動作が行われる（図 1 参照）。このようなサーバコンピュータの制御動作を実現するためのプログラムは、フロッピーディスクや、磁気テープ、CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory) などのコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されて提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態（実施形態 1）であるサーバコンピュータを用いて構築されたネットワークシステムの構成を示す機能ブロック図。

【図 2】 実施形態 1 のサーバコンピュータによる分散処理のためのサーバコンピュータの制御動作を示すフローチャート。

【図 3】 実施形態 1 のサーバコンピュータの具体的な制御動作を説明するための図。

【図 4】 本発明の他の実施形態（実施形態 2）であるサーバコンピュータの具体的な制御動作を説明するための図。

【図 5】 インターネットプロトコルを用いてコンピュータ間で通信するシステムの階層構造モデルを示す図。

【図 6】 待機系サーバの導入によって可用性を向上させたネットワークシステムの従来例を示す構成図。

【図 7】 待機系サーバの導入によって可用性を向上させたネットワークシステムの他の従来例を示す構成図。

【符号の説明】

10 …オペレーティングシステム（OS）、

12 …ARP ハンドラ

20 …監視プロセス、

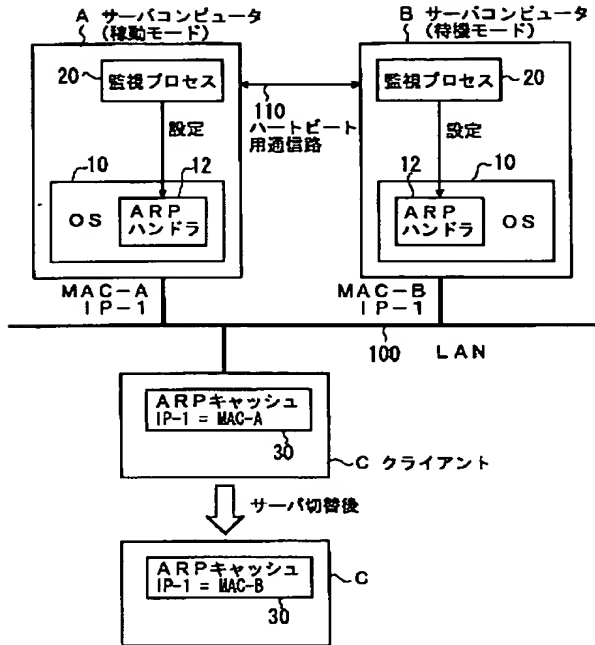
50、60 …ネットワークボード

52、62 …サーバプロセス（アプリケーションプロセス）

15

100 …ローカルエリアネットワーク (LAN)
110 …ハートビート用通信路

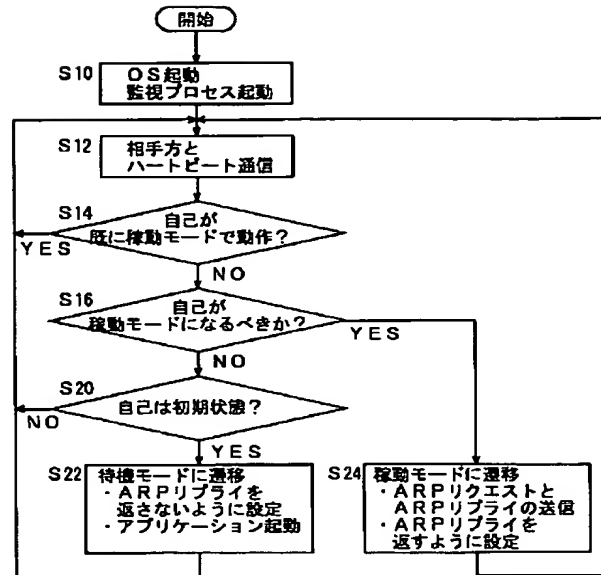
【図1】



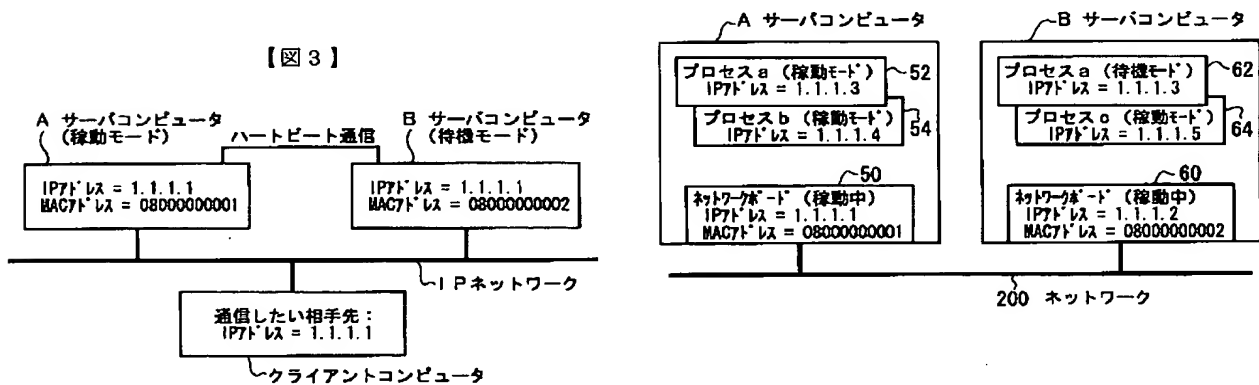
16

A、B …サーバコンピュータ
C …クライアントコンピュータ

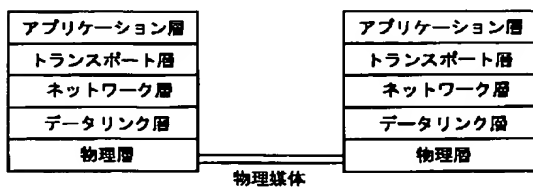
【図2】



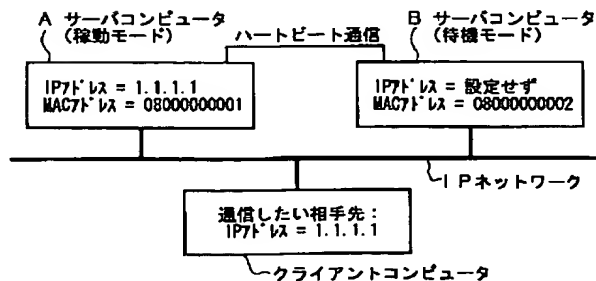
【図4】



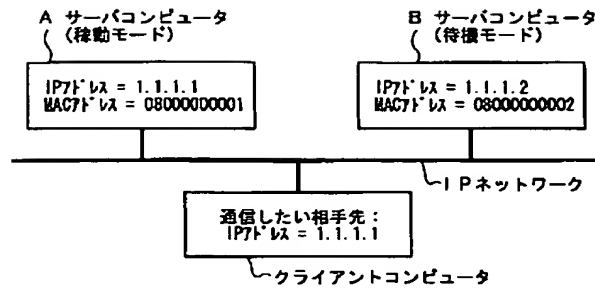
【図5】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.